

Juho Koota

# KASAKULJETTIMEN PERUSKORJAUKSEN JA MUUTOSTÖIDEN SUUNNITTELU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Koneensuunnittelun suuntautumisvaihtoehto  
2011

# KASAKULJETTIMEN PERUSKORJAUKSEN JA MUUTOSTÖIDEN SUUNNITTELU

Koota, Juho  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
toukokuu 2011  
Ohjaaja: Nurmi, Lassi  
Sivumäärä:16

Asiasanat: hihnakuuljetin, satama, suppilo

---

Tämän opinnäytetyön aiheena on kasakuuljetin peruskorjauksen ja muutostöiden suunnittelu Oy Hackin Probulk Ltd -yhtiölle. Kuuljetin tulee käyttöön Tahkoluodon satamaan, jossa sitä käytetään erilaisten bulk-tavaroiden kasaamiseen ja laivan lastaamiseen. Kuuljetin on tyypiltään perinteinen hihnakuuljetin, joka on poistettu käytöstä sen huonon kunnon vuoksi.

Kuuljetin vaatii täydellisen peruskorjauksen, jotta sen luotettava toiminta pystytään jatkossa takaamaan. Suurin muutostyö kuuljettimeen on uuden suppilon suunnittelu ja asennus. Uudentyyppinen suppilo vaaditaan, jotta kuuljetinta voidaan täyttää sujuvasti suurten pyöräkuormaajien avulla. Aikaisemmin kyseinen kuuljetin on ollut osa suurempaa kuuljetinjärjestelmää, jolloin sen täyttö on tapahtunut toisella hihnakuuljetimella.

Suppilon suunnittelussa ja peruskorjaustarpeen kartoittamisessa on käytetty mahdollisimman paljon kokemusperäistä tietoa vastaavista rakenteista.

# STACK CONVEYOR RENOVATION AND ALTERATION WORK DESIGN

Koota, Juho

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

May 2011

Nurmi, Lassi

Number of pages:16

Key words: belt conveyor, port, hopper

---

The purpose of this thesis is to design the renovation and alteration work of a stack conveyor owned by Oy Hacklin Probulk Ltd. This conveyor will be used in the port of Tahkoluoto where it will be used to stack and load on board different kinds of bulk materials. The type of the conveyor is a traditional belt conveyor which has been removed from service because of its bad condition.

The conveyor requires full renovation to work reliably. The biggest alteration to the conveyor is the planning of a new hopper. A new kind of a hopper is needed in order to load the conveyor with big wheel loaders. The conveyor was previously a part of a bigger group of conveyors, when it was loaded by another belt conveyor.

Earlier practical experience of similar structures has been utilized when designing the new hopper and surveying the need for renovation.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	OY HACKLIN LTD .....	6
2.1	Esittely .....	6
2.2	Oy Hacklin Probulk Ltd.....	6
3	KULJETIN SATAMASSA .....	7
3.1	Kuljettimet yleisesti .....	7
3.2	Siirrettävä kasakuljetin .....	8
4	KASAKULJETTIMEN VAATIMAT TOIMENPITEET.....	9
4.1	Käyttöympäristö.....	9
4.2	Kuljettimen nykytila .....	9
4.3	Peruskorjaus .....	9
5	KÄYTÖSSÄ ESIINTYVIÄ ONGELMIA.....	10
5.1	Holvaantuminen.....	10
5.2	Kolhut .....	10
6	SUUNNITTELUPROSESSI.....	11
6.1	Peruskorjaus.....	11
6.2	Muutokset rakenteessa .....	12
6.3	Suppilon suunnittelu .....	13
6.3.1	Suppilon rakenne.....	13
6.3.2	Suppilon kiinnitys runkoon .....	14
6.3.3	Lujuustarkastelut .....	15
	LÄHTEET.....	16

## 1 JOHDANTO

Tämän insinöörityön tilaaja on Oy Hacklin Probulk Ltd. Työn tarkoituksena on suunnitella vanhan kasakuljettimen vaatima peruskorjaus, jotta se voidaan ottaa uudelleen käyttöön. Samalla muutetaan kuljettimen rakennetta vastaamaan uudentyyppistä käyttötarkoitusta.

Tavoitteena on antaa tilaajalle valmiit suunnitelmat, joiden perusteella voidaan tehdä tarjouspyynnöt muutostöiden ja peruskorjauksen toteuttamiseksi. Suunnitelmat pitävät sisällään kuljettimen vaatimat peruskorjaustyöt sekä uudet piirustukset muuttuville rakenteille. Peruskorjauksen tavoitteena on, että kasakuljetin toimii riittävän luotettavasti useamman vuoden ajan ilman ikäviä lastauskatkoksia.

Tämä opinnäytetyö käsittelee pääasiassa laitteen mekaanista rakennetta. Työn tekemisen pohjana käytetään kokemuksia vastaavista kuljettimista, satamahenkilökunnan mielipiteitä ja toivomuksia sekä kirjallisuusviitteitä. Suunnittelutyössä painotetaan tulevien muutosten toimivuutta ja kestävyyttä sataman kuluttavissa olosuhteissa.

Aluksi opinnäytetyössä käydään läpi kuljettimen käyttötarkoitus ja perustellaan tulevat muutostyöt. Vaihdeavat laakerit, rullat ja muut peruskorjausta vaativat kohteet eritellään mahdollisimman tarkasti. Uuden syöttösuppilon suunnitteluprosessi ja piirustukset käydään myös tarkoin läpi.

## 2 OY HACKLIN LTD

### 2.1 Esittely

Hacklin-yhtiöt on perustettu joulukuun 28. päivä 1908. Yhtiöiden perustaja Werner Hacklin oli ollut siihen mennessä ahtaajayrittäjänä jo kymmenisen vuotta./1/

Meri- ja maakuljetusten lisäksi Hacklin-yhtiöt hoitaa kaikki niihin liittyvät erilaiset toiminnot sekä myös tavaroiden ahtaamisen ja varastoinnin. Yhtiön pyrkimyksenä onkin tuottaa asiakkaiden tarpeisiin hallittu kuljetuskokonaisuus ja tarjota asiakkaille kokonaispalvelua yksittäisten tehtävien rinnalla./1/

Erilaiset toiminnot perustuvat erilaisiin tavaralajeihin. Satamaoperointi ja huolinta vastaa sahatavara-, kontti- ja projektikuljetusten maapuolen toiminnoista. Bulk-osasto käsittelee satamien kautta kulkevia irtolasteja. Merikuljetukset-osasto hoitaa kahden aikarahdatun laivan liikennettä ja sahatavaran rahtausta. Oy Hacklin Hamiko Ltd on erikoistunut transitiohuolintaan ja kuljetuksiin sekä varastointiin. Näiden lisäksi toimintojen tukena on lukuisia muita osastoja./1/

### 2.2 Oy Hacklin Probulk Ltd

Opinnäytetyö tehdään Hacklinin bulk-osastolle. Bulk-osaston toimintoja ovat irtolas-tien käsittelyyn, varastointiin ja kuljetukseen liittyvät palvelut. Osasto käsittelee kaikkia Porin, Kokkolan ja Kotkan satamien kautta kulkevia bulk-lasteja./1/

### 3 KULJETIN SATAMASSA

#### 3.1 Kuljettimet yleisesti

Kuljetin on tarkoitettu materiaalin siirtoon ja se on usein vaakatasossa tai niin pienellä kaltevuudella ylöspäin, että siirrettävä materiaali pysyy mukana. Opinnäytetyössä tarkasteltava kuljetin on tyypiltään hihnakuljetin.

Hihnakuljetin on yleisimpiä käytössä olevia kuljettimia. Siinä materiaalin siirtämiseen käytettävä hihna pyörii kahden rullan välissä, joista toisessa on veto. Vetomoottori voidaan rakentaa joko hihnan sisään tai vetorullan sivulle. Kuljetinhihna liukuu sileää pintaa vasten tai siinä voi olla vapaasti pyöriviä tukirullia, joita usein käytetään likaisissa tai pölyisissä olosuhteissa. Kun pääasiallinen siirrettävä materiaali on viljaa, hiekkaa, sahanpurua tai muuta irtotavaraa, hihna ohjataan sivuilta ylös. Tällöin hihnasta saadaan kourumainen ja sen kuljetuskapasiteetti lisääntyy. Joskus hihnan pinnalla on porrasmainen kuvio, jolloin sen nousukulmaa saadaan hieman lisättyä./2/



Kuva 1. Hihnakuljetin Talvivaaran kaivoksen murskaamolla

Veto kuljettimissa tapahtuu useimmiten sähkömoottorilla, kuten tarkastelun kohteena olevassa kuljettimessakin. Sähkömoottori kuljettimen voimanlähteenä on erinomai-

nen, sillä se antaa heti riittävän vääntömomentin hihnan liikkeelle saamiseksi. Sähkömoottoria käytettäessä kuljettimen hihnan pyörimisnopeutta pystytään helposti muuntelemaan taajuusmuuttajan avulla./2/

### 3.2 Siirrettävä kasakuljetin

Insinööritoimisto Oy Hacklin Probulk Ltd:n käytössä olevaa siirrettävää kasakuljetinta. Sen avulla voidaan laivoista purettu bulk-tavara siirtää suuriin kasoihin kauemmas laiturista.

Samaa kuljetinta voidaan käyttää myös laivan lastaamiseen, jolloin sitä syötetään pyöräkuormaajilla ja hihna siirtää tavaran suoraan laivaan. Kuljettimessa on kaksi tukipyörää, joiden varassa sen siirtäminen onnistuu helposti.



Kuva 2. Kasakuljetin ennen korjausta.



## 4 KASAKULJETTIMEN VAATIMAT TOIMENPITEET

### 4.1 Käyttöympäristö

Tarkasteltavan kasakuljettimen pääasiallinen sijaintipaikka on Tahkoluodon satama Porissa. Kuljettimella saatetaan välillä siirtää erittäin ruostuttavia aineita, kuten ammoniumsulfaattia. Suolainen meri-ilmasto nopeuttaa myös teräksen ruostumista, jolloin pintakäsittelyn merkitys korostuu. Kuljetinta voidaan säilyttää lähes koko ajan taivasalla, jolloin se on jatkuvasti säiden armoilla.

### 4.2 Kuljettimen nykytila

Kasakuljetin on ollut käytössä yhteensä noin kymmenen vuotta. Pari edellistä vuotta se on ollut pois käytöstä, sillä sen turvallinen ja sujuva käyttö vaatii mittavaa peruskorjausta. Kuljettimen runko on päässyt jonkin verran ruostumaan ja luottoa sen moitteettomaan toimintaan ei ole.

Aikaisemmin kuljetin on ollut osa pidempää kuljetinlinjastoa, jolloin sitä on syötetty toisella kuljettimella ja se on vuorostaan täyttänyt seuraavaa kuljetinta. Nykyisin vastaavalle järjestelylle ei ole enää tarvetta ja osittain sen takia kuljetin ei ole enää käytössä.

### 4.3 Peruskorjaus

Kuljettimen peruskorjaus pitää sisällään mm. rullien laakereiden vaihdon, hihnan tarkastuksen, sähköjärjestelmän vaatimat muutokset, maalauksen sekä uuden suppi-  
lon rakentamisen ja asennuksen.

## 5 KÄYTÖSSÄ ESIINTYVIÄ ONGELMIA

### 5.1 Holvaantuminen

Syöttösuppilon vaatimukset ovat siis riittävä tilavuus, tarpeeksi suuri täyttöaukko, mutta yläreunan korkeus maasta ei kuitenkaan saa ylittää 3,5 metriä, joka on tiettyjen kuormaajien maksimi lastauskorkeus./4/ Ongelmana on saada suppilon laitoihin riittävä jyrkkyys, joka takaa materiaalin sujuvan valumisen alas hihnalle asti.

Molempiin laitoihin on mahdollista laittaa kiinni tärytin molemmiin puolin, jotka tarvittaessa täristävät laitoihin kiinni ottaneen materiaalin irti. Vaarana kuitenkin on materiaalin holvaantuminen, joka aiheutuu liian loivista suppilon reunoista sekä hienojakoisesta ja kosteasta tavarasta. Tällöin ei täryttäminen välttämättä auta, vaan se pahentaa tilannetta entisestään. Holvaantumisen estäminen vaatisi laajoja tutkimuksia kaikilla lastattavilla materiaaleilla sekä erilaisilla reunojen jyrkkyyksillä. Tähän eivät kuitenkaan resurssit tämän opinnäytetyön puitteissa riitä, joten on tyydyttävä käyttämään kokemuksia vastaavista laitteistoista. /6/

Haastatteluissa on käynyt ilmi, että jonkinlainen sekoitin voisi ehkä estää tavarantarkentumista laitoihin kiinni. Sekoittimessa on se huono puoli, että se vaatii jatkuvaa huoltoa ja on herkkä rikkoontumiselle, jos suppiloon pudotetaan korkealta painavia kiviä tms. Riittävä reunojen jyrkkyys auttaa myös materiaalin sujuvaan kulkuun ja on samalla kaikkein yksinkertaisin ja huoltovapain vaihtoehto. Tutkimusten jälkeen olen päätenyt siihen tulokseen, että laidoista tulee saada tarpeeksi jyrkät, vaikka suppilon tilavuuden kustannuksella.

### 5.2 Kolhut

Ongelmaksi saattaa myös koitua suppilon reunojen kolhiintuminen ja laitojen vääntyily jatkuvien kauhan törmäyksien johdosta. Kyseisiä kolhuja ei todellisuudessa voida kokonaan välttää, eikä sitä myöskään koneiden käyttäjiltä voi suoranaisesti edes vaatia.

## 6 SUUNNITTELUPROSESSI

### 6.1 Peruskorjaus

Kuljettimelle suoritetaan täydellinen peruskorjaus. Aluksi paneudutaan laakereiden kuntoon ja niiden uusiokäyttöön. Erilaisia laakereita kasakuljettimessa on hihnan vectorummuissa, hihnan tukirullissa sekä liikuttelupyörien laakerit.

Vetorummuissa on laakerit molemmissa päissä. Nämä ovat käsin voideltavat ja vaikuttaisivat olevan hyvässä kunnossa. Tukirullia hihnassa on 81 kappaletta ja näissä on kestovoidellut laakerit. Rullat vaikuttavat pääosin hyväkuntoisilta, mutta suositeltavaa on niiden kaikkien vaihtaminen uusiin kunnostuksen yhteydessä. Kiinnileikannut rulla nimittäin aiheuttaa hihnan nopean kulumisen, jolloin hihnasta tulee käyttökelvoton. Liikuttelupyörien laakerit ovat varmasti riittävän hyväkuntoiset, joten niitä ei kannata vaihtaa uusiin.

Kuljettimen hihna on sen kallein yksittäinen osa. Pintapuolisen tarkastelun jälkeen olen tullut siihen tulokseen, että hihna on edelleen käyttökelpoinen ja sitä ei ole syytä vaihtaa uuteen. Kuitenkin hihnan kireys on ehdottomasti tarkastettava, sillä liian löysä hihna voi aiheuttaa sen luistamista ja täten hihnan nopean kulumisen./3/

Hihnan pyöritysmoottori on suojaamattomana hihnan yläpäässä. Moottori on pyörinyt pölyisissä olosuhteissa ja on ollut jatkuvasti säiden armoilla, joten siihen on aiheellista tehdä myös kunnostus tai vaihtaa jopa varmuuden vuoksi kokonaan uuteen. Vanhan moottorin voi jättää varalle.

Hydrauliikalla muutetaan kuljettimen purkukorkeutta. Siinä on yksi uppomäntäsyylinteri, jolla purkukorkeutta voidaan muuttaa muutama metri. Sylinterin käyttöä varten on oma hydrauliikkajärjestelmä, joka on varmasti vielä toimivassa kunnossa. Öljynvaihto sekä suodattimen uusiminen on kuitenkin suositeltavaa tehdä ennen käyttöönottoa.

Suuritöisin osa peruskorjausta on kuljettimen hiekkapuhallus ja maalaus. Kaikki purettavissa olevat liitokset, kuten tukirullat tulee irrottaa ennen hiekkapuhallusta. Tämä on erittäin tärkeää, jotta liitosten välissä piilevä ruoste saadaan pois. Ainoastaan hihna ja sen vetorullat jätetään hiekkapuhalluksen ja maalauksen ajaksi paikoilleen. Uusi suppilo asennetaan jo ennen hiekkapuhallusta ja maalausta, jotta kuljetinta ei tarvitse siirrellä edestakaisin maalaamon ja konepajan välillä.

Uuden suppilon teko sekä hiekkapuhallus ja maalaus tulee suorittaa ennen rullien ja sähkömoottorin uusimista, jotta ne eivät heti altistu hiekkasuihkulle. Hiekkapuhallus on myös nopeampi tehdä, kun sen suorittaja joutuu varomaan ainoastaan hihnan liiallista kulumista. Kuminen hihna ei kuitenkaan ole kovin herkkä hiekkasuihkulle eikä maaliroiskeille, joten sitä ei kannata poistaa kunnostuksen missään vaiheessa.

## 6.2 Muutokset rakenteessa

Jotta kasakuljettimen peruskorjaus kannattaisi, sille pitää saada uusi tarpeellinen käyttötarkoitus. Jotta tätä kuljetinta voidaan käyttää yksinään materiaalin kasaamiseen tai laivan lastaamiseen, siihen pitää tehdä muutamia rakenteellisia muutoksia.

Tärkein muutos on syöttösuppilon suurentaminen sellaiseksi, että sen nopea täyttö onnistuu suurilla pyöräkuormaajilla, joita satamassa käytetään. Henkilöstön haastatteluissa selvisi, että suppilon tilavuuden tulisi olla noin 10 kuutiometriä. Suppilo ei kuitenkaan saa olla liian korkea, jotta sen täyttö onnistuu ilman kärkikipikauhaa. Täyttämisen tulee onnistua sekä suoraan takaa, että myös sivulta päin. Suurimmat käytössä olevat kauhat ovat leveydeltään 3,5 metriä, jolloin suppilon pisimmät sivut pitää olla puolisen metriä tätä leveämpi. /7/

Työtahti laivan purku- ja lastausvaiheessa on usein kova ja kaikki käytössä olevat koneet ja laitteet altistuvat erittäin kovalle rasitukselle. Uudessa suppilossa käytettävien ainevahvuuksien tulee siis olla hieman liioiteltuja, sillä se altistuu jatkuvasti kolhuille ja tönimisille. Myöskään aikaa jatkuvalla korjaamiselle ei useinkaan ole.

Nykyisin hihnan loppupäässä on suhteellisen pienikokoinen suppilo, jonka tarkoituksena on ohjata materiaalin kulkua seuraavan kuljettimen hihnan keskelle. Materiaalin

kulun kannalta on aina parempi, ettei missään linjan vaiheessa ole tarpeettomia supistuksia. Kuljettimen tulevaa käyttöä ajatellen tätä ohjaussuppiloa ei enää tarvita, vaan se poistetaan kokonaan. Kuljettimen loppupää ei suppilon poiston jälkeen vaadi mitään erityisiä vahvistuksia tai tuentoja, joten se jätetään sellaiseksi kun se suppilon poistamisen jälkeen jää.

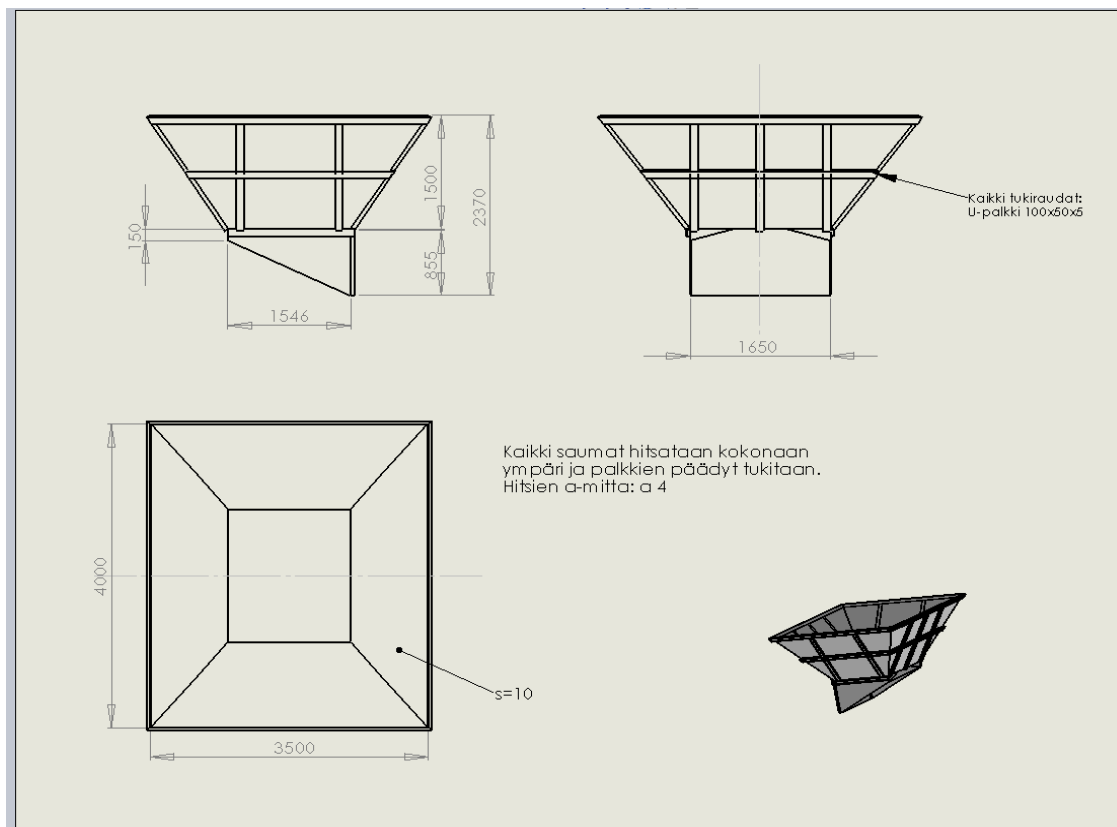
### 6.3 Suppilon suunnittelu

Aikaisemmin on jo tullut todettua suppilon mahdollinen altistuminen suurille kolhuille. Laitojen materiaaliksi soveltuu tavanomainen rakenneteräs lujuudeltaan 235-355 N/mm<sup>2</sup>. Hankintahinnaltaan se on suhteellisen edullista ja kestää repeämättä pieniä pysyviä muodonmuutoksia. Laidan tuentojen suunnittelussa pitää ottaa huomioon myös yllättävästä suunnasta kohdistuvat hetkittäiset kuormitukset, joten on perusteltua käyttää huomattavan suuria ainevahvuuksia, pysyen kuitenkin kohtuullisuuden rajoissa ja käyttäen riittäviä lisätuentoja muodonmuutosten hillitsemiseksi.

Lisätuntojen tarkat sijoituspaikat tulee määrittää suppilon paikoilleen asettamisen jälkeen, jotta tuet tulevat varmasti oikeaan paikkaan. Myös mahdollisten täryttimien paikat tulee tehdä tukirautojen asentamisen yhteydessä.

#### 6.3.1 Suppilon rakenne

Suppilo itsessään on 10mm vahvaa levyä ja sitä kiertävät tuet ovat normaalia U-palkkia 100x50x5mm. Materiaalivalintojen perusteena on niiden helppo saatavuus, sekä yksinkertainen kokoamisvaihe, jolloin työkuukustannuksia saadaan pienennettyä.



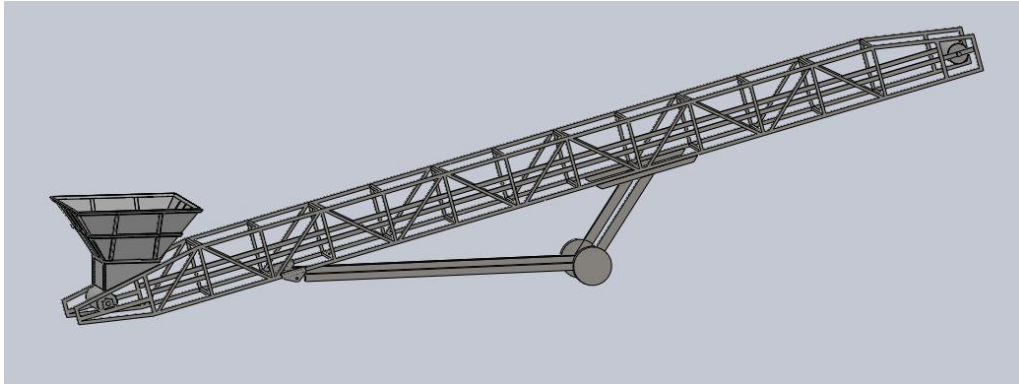
Kuva 3. Suppilon piirustukset

U-palkit hitsataan yhtenäisillä saumoilla laitoihin kiinni ja päätyjen aukot tulpataan. Kun liitokset ovat tiiviitä, ei haittaa vaikkei U-palkkien sisäpuolta saadakaan maalattua. Näin estetään myös pölyn ja veden kerääntyminen rakenteessa oleviin koloihin ja samalla ruostumiselle alttiita paikkoja saadaan vähennettyä.

### 6.3.2 Suppilon kiinnitys runkoon

Suppilo kiinnitetään kuljettimen runkoon pantojen avulla ruuvaamalla. Hitsaamalla kiinnittäminen on huono vaihtoehto, sillä hitsisaumojen kohdissa voi esiintyä murtumia ja tällöin rakenteen kestävyys voi tulla ongelmaksi./5/

Kiinnityspantoja ei mielestäni kannata suunnitella vielä tässä vaiheessa, vaan se kannattaa jättää suppilon tekijän vastuulle. Tämä on paras toimintatapa siitä syystä, että vasta silloin näkee tarkemmin sopivat paikat kyseisille kiinnityksille ja siinä vaiheessa on helppo tehdä tarvittavat muutokset pantojen sijaintipaikkoihin.



Kuva 4. Suppilon sijoituspaikka kuljettimen rungossa.

### 6.3.3 Lujuustarkastelut

Itse kuljettimen runko ei vaadi uutta lujuustarkastelua, sillä suppilon puoleinen pää on tuettu maata vasten ja kaikki lisääntyvä paino kohdistuu suoraan maatukeen. Suppilo taas valmistetaan riittävän suuria varmuuskertoimia käyttäen, joten erityisiä lujuslaskuja ei tarvita.

## LÄHTEET

1. <http://www.hacklin.fi>, 24.11.2010.
2. <http://fi.wikipedia.org/wiki/kuljetin>, 25.11.2010.
3. Kivioja S. Kivivuori S. Salonen P. *Tribologia – kitka kuluminen ja voitelu*. Helsinki: Otatieto, 1997. 351s.
4. *Volvo Wheel Loader, Owner's Manual*
5. Airila M. Karjalainen J.A. Mantovaara U. Nurmi L. Rauta A. Verho A. *Koneenosien suunnittelu 2 – liitokset*. Porvoo: WSOY, 1985. 482s.
6. Hemmilä, M. 2010. Toimitusjohtaja, K. Hemmilä Oy. Kokemäki. Henkilökohtainen tiedonanto 19.10.2010.
7. Kivimäki, E. 2010. Operaattori, Oy Hacklin Probulk Ltd. Pori. Henkilökohtainen tiedonanto 8.4.2010.

*Kuva 1. YLE Kainuu*

*Kuva 2. Erkki Kivimäki/ Oy Hacklin Probulk Ltd*

*Kuva 3. SolidWorks/ Juho Koota*

*Kuva 4. SolidWorks/ Juho Koota*